

Les premiers robots mobiles sont apparus dans le monde industriel au début des années 1970. Aujourd'hui, ces derniers font partie de notre quotidien et pénètrent des secteurs d'activités de plus en plus diversifiés tels que l'exploration sous marine, l'espace (spirit, opportunity), l'aéronautique (drones, dirigeables), les travaux publics, l'agriculture, le déminage ou l'intervention sur sites dangereux. Pour chacun de ces domaines d'application, le robot mobile a pour fonction d'aider l'homme lors de la réalisation de tâches répétitives et pénibles qui sont réalisées le plus souvent en milieux hostiles. En l'espace de trente ans, les robots mobiles ont progressivement évolué du stade de systèmes automatisés à celui de machines intelligentes pourvues de moyens de **locomotion** (roues, pattes...), de **perception** et de **décision**. Devenu autonome, le robot mobile est désormais en mesure **d'accomplir une tâche** précise sans intervention d'un opérateur extérieur. Il peut également participer à des stratégies de coopération multi-robots dans lesquelles ces derniers doivent pouvoir planifier, coordonner puis exécuter leurs actions en fonction de la tâche qui leur est attribuée.

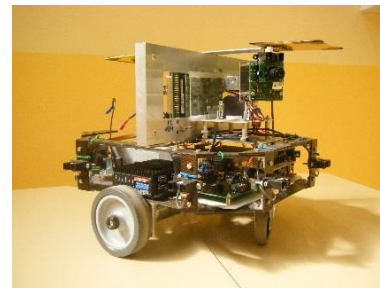
ROV



Robot mobile de désherbage



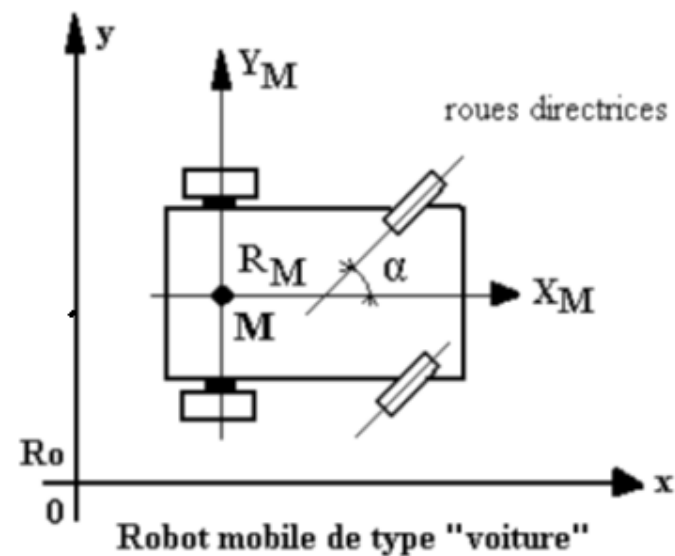
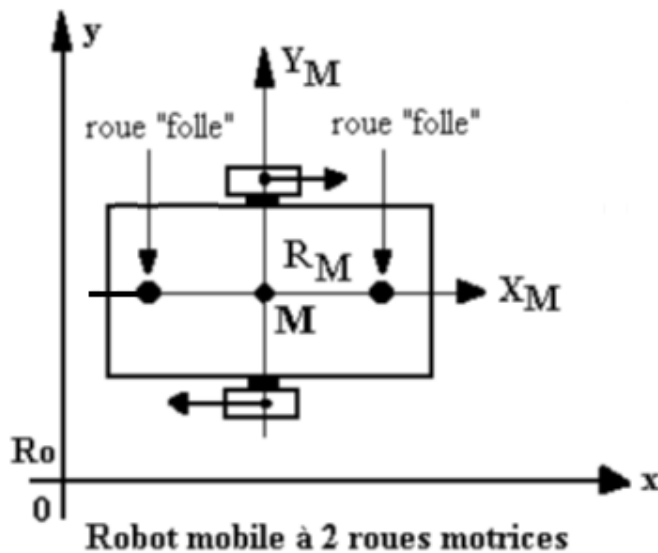
Robot mobile (ULH)



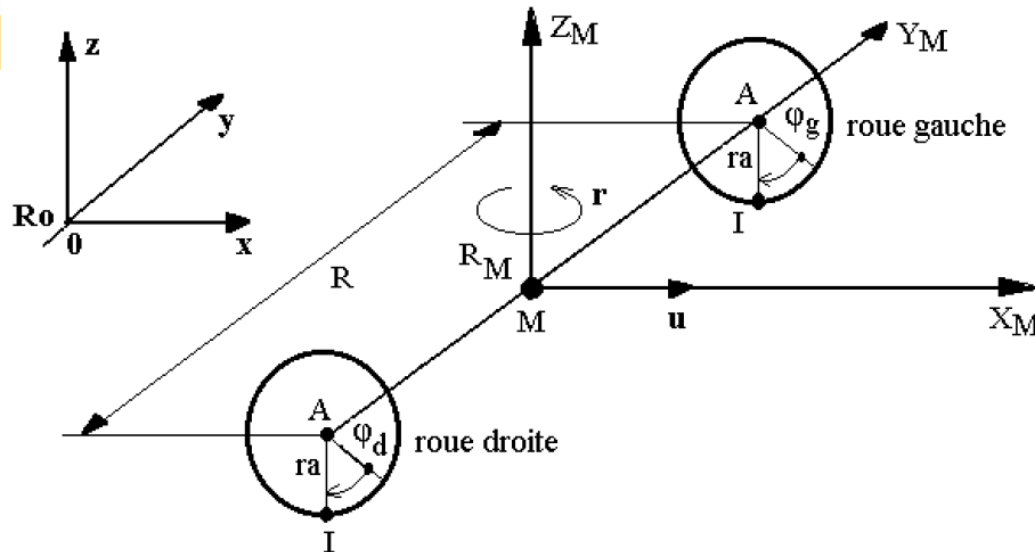
Hexacopter (ULH)



Dans le domaine de la robotique mobile à roues, deux types de véhicules sont souvent considérés : le robot mobile à deux roues motrices indépendantes (ou robot unicycle) et la voiture. Dans le cas du robot mobile à deux roues motrices, chaque roue est entraînée par un moteur indépendant et la plate forme repose généralement sur des roues folles. Le robot peut alors pivoter sur lui-même et il n'y a donc pas de contrainte particulière sur la courbure des trajectoires.



- TROIS DEGRES DE LIBERTE
- NON HOLONOME (déplacement latéral impossible)



- $u$  : vitesse longitudinale (m/s)
- $r$  : vitesse angulaire (rad/s)

$$\begin{pmatrix} u \\ r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ra/2 & ra/2 \\ ra/R & -ra/R \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{\phi}_d \\ \dot{\phi}_g \end{pmatrix}$$

Modèle cinématique

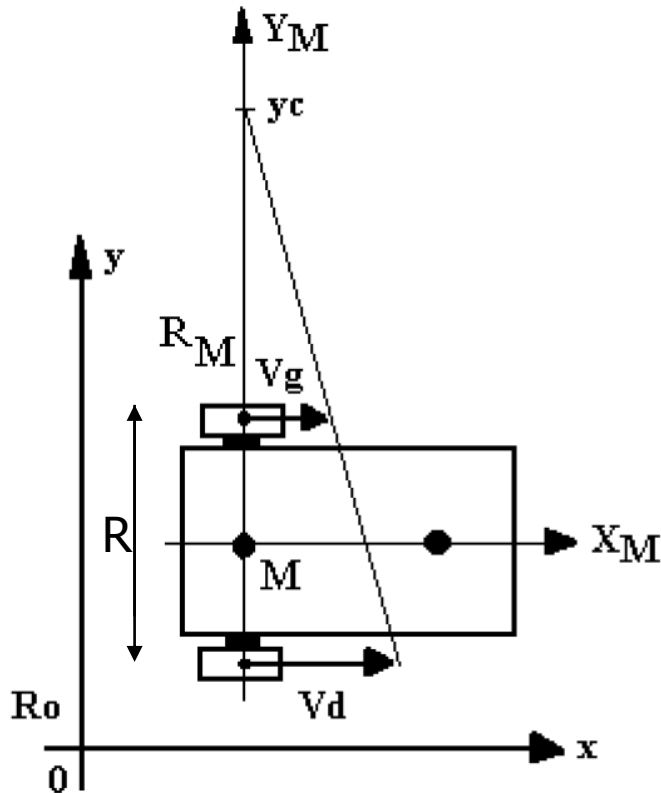
$$\begin{pmatrix} \dot{\phi}_d \\ \dot{\phi}_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/ra & R/2.ra \\ 1/ra & -R/2.ra \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u \\ r \end{pmatrix}$$

Modèle cinématique inverse

→  $u =$   
 $r =$

→  $\phi_d =$   
 $\phi_g =$

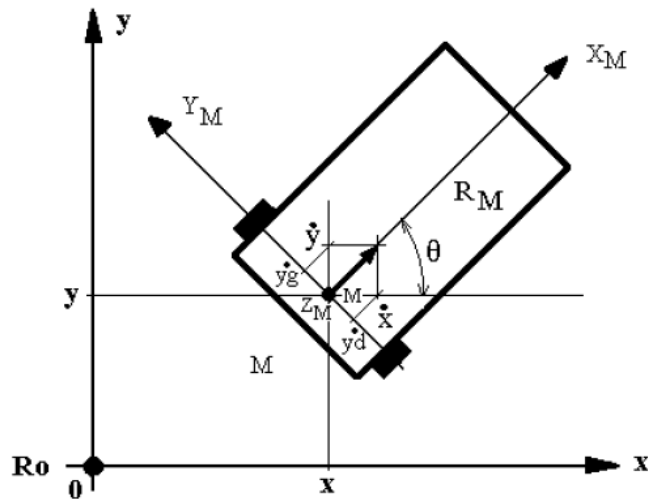
La position du centre instantané de rotation (ou rayon de courbure)  $y_c$  se calcule aisément à partir des expressions des vitesses linéaires  $V_d$  et  $V_g$ , appliquées à chaque roue. Nous constatons par ailleurs que la position du centre instantané de rotation  $y_c$  est égale au rapport des vitesses longitudinale et angulaire du robot mobile :



$$y_c = \frac{R}{2} \cdot \frac{(\dot{\phi}_d + \dot{\phi}_g)}{(\dot{\phi}_d - \dot{\phi}_g)}$$



$$y_c = \frac{u}{r}$$



## Localisation dans le repère fixe Ro :

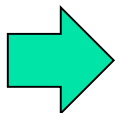
Elle est définie par :

$x, y$  : position du robot mobile (point de référence M)  
 $\theta$  : orientation du robot mobile par rapport à l'axe  $(0, x)$

On peut utiliser un GPS, une centrale inertielle ou les codeurs incrémentaux montés à l'extrémité de chaque arbre moteur (odométrie).

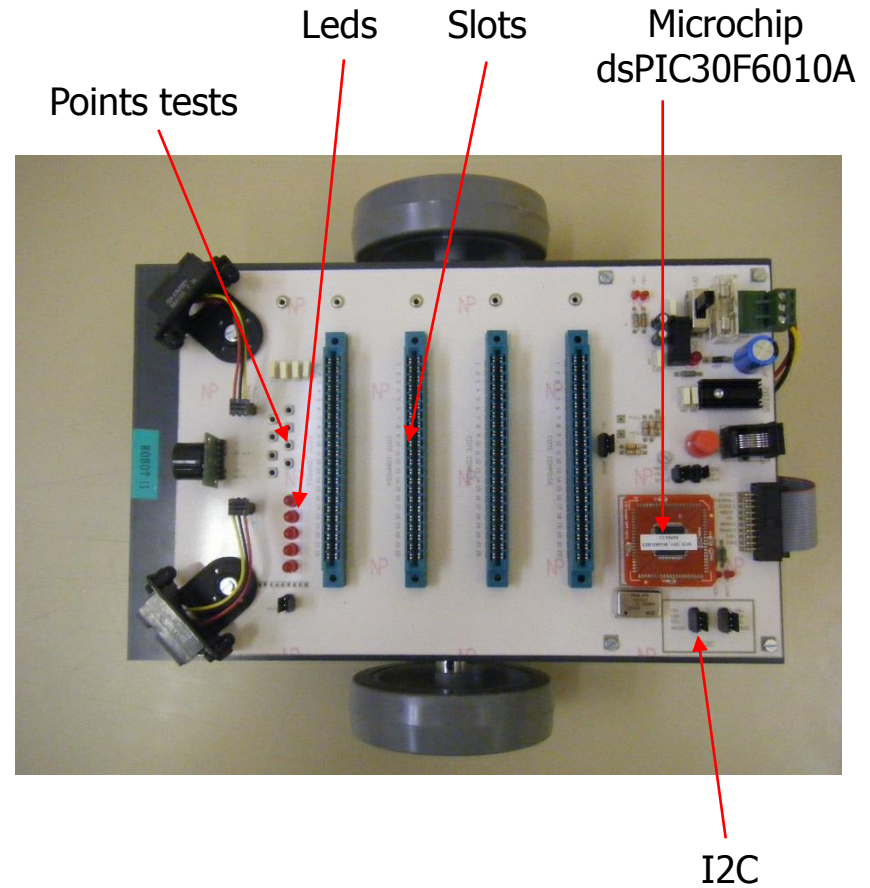
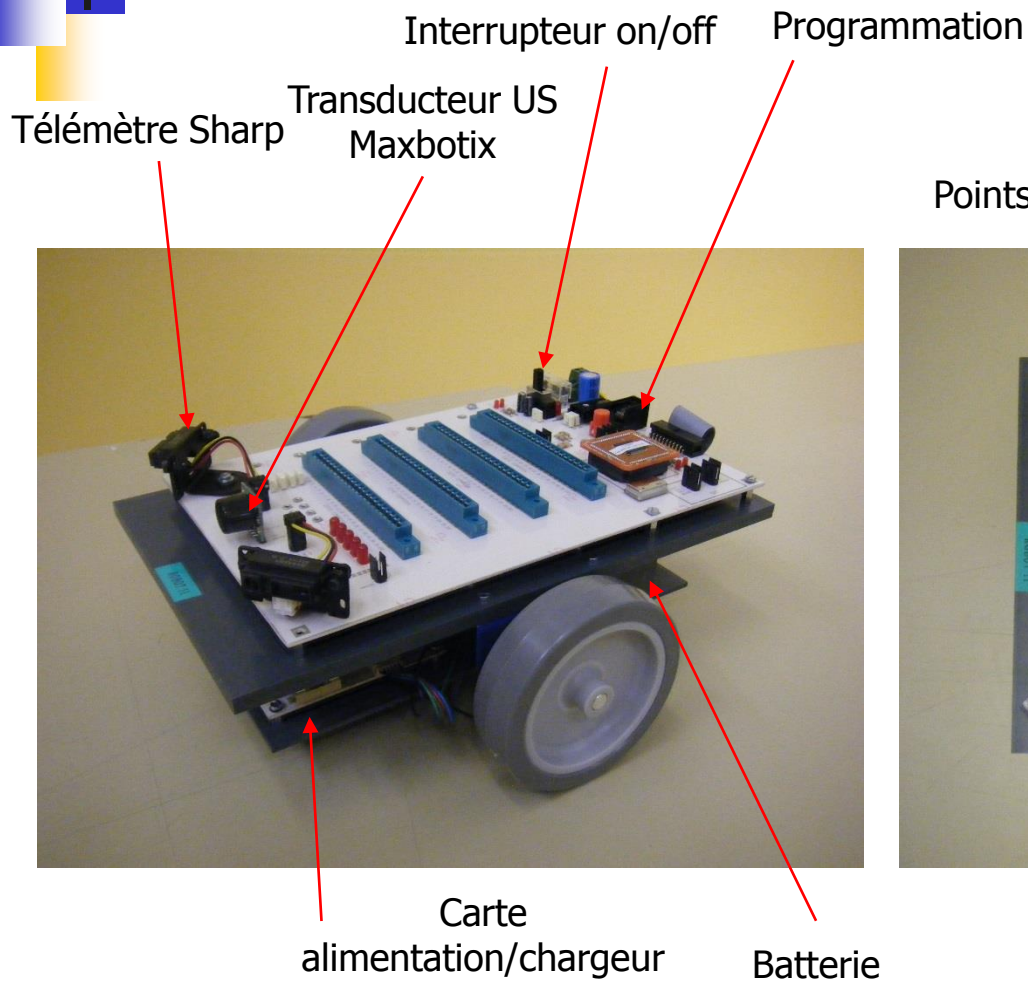
$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u \\ r \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{ra}{2} \cdot \cos(\theta) & \frac{ra}{2} \cdot \cos(\theta) \\ \frac{ra}{2} \cdot \sin(\theta) & \frac{ra}{2} \cdot \sin(\theta) \\ \frac{ra}{R} & -\frac{ra}{R} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{\phi}_d \\ \dot{\phi}_g \end{pmatrix}$$

$x =$



$y =$

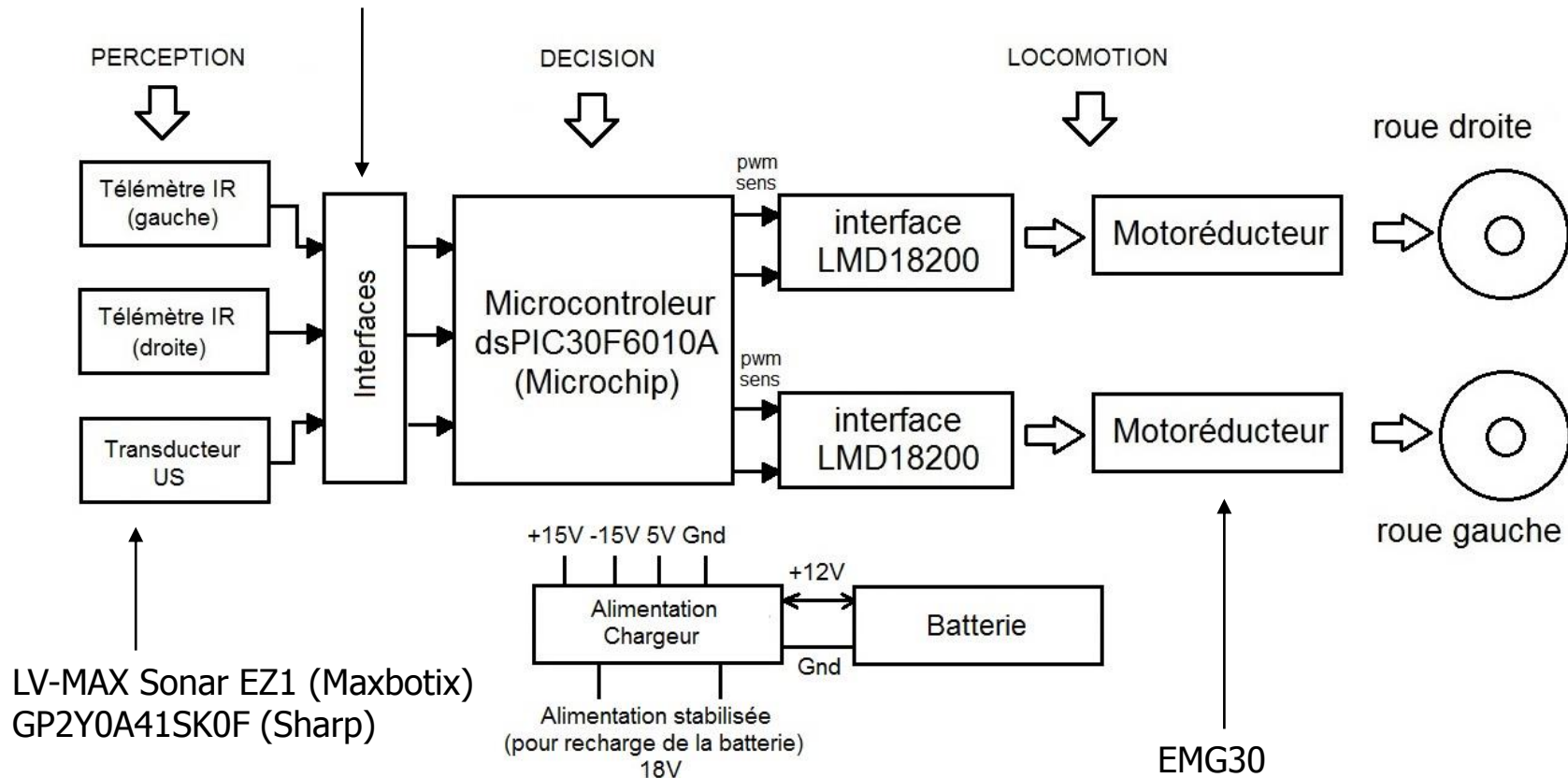
$\theta =$



Tâche : Suivi de mur et de couloir avec arrêt automatique à l'arrivée



A concevoir



## TRAVAIL A REALISER

1/ Découvrir les différentes fonctions constituant le robot mobile (batterie, carte  $\mu$ c, capteurs, etc...).

2/ Etude des fonctions de **perception** (télémètres Sharp, transducteur US Maxbotix)

- Analyser les notices techniques.
- Relever la courbe  $s(V)=f(\text{distance})$  pour chaque capteur.
- Déterminer une relation (approximation) permettant de connaître la distance (en m) en fonction de la mesure (en V).
- Concevoir une interface permettant d'adapter le signal de sortie des capteurs aux spécifications des entrées analogiques du microcontrôleur (remarque : la carte devra respecter le cahier des charges, s'insérer dans un des slots disponibles et intégrer un interrupteur autorisant ou non le départ du robot mobile après programmation).
- Ecrire un programme de test en langage C permettant de mesurer la distance (en m) sur chaque capteur (on utilisera le mode debug de MPLAB pour visualiser le résultat de la conversion analogique numérique).

3/ Etude de la fonction **locomotion** (interface avec pont en H (LMD18200) et motoréducteur EMG30)

- Analyser les notices techniques (rôle des différentes entrées et sorties, fonctionnement général, type de moteur, rôle des réducteurs, caractéristiques des codeurs incrémentaux).
- Ecrire un programme de test en langage C permettant de faire varier la vitesse et le sens de rotation de chaque roue.
- Mesurer la vitesse de rotation de chaque roue (en tr/min) pour différentes valeurs du rapport cyclique en observant les signaux de sortie des codeurs incrémentaux.

4/ Etude de la fonction **décision**

- Ecrire un programme de test en langage C permettant au robot mobile de suivre un mur (40cm). Prévoir l'arrêt automatique à l'arrivée (transducteur US Maxbotix).
- Ecrire un programme de test en langage C permettant au robot mobile de se déplacer dans un couloir (largeur : 1m) à égale distance de chaque mur (40cm). Prévoir l'arrêt automatique à l'arrivée (transducteur US Maxbotix).